

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07288341
PUBLICATION DATE : 31-10-95

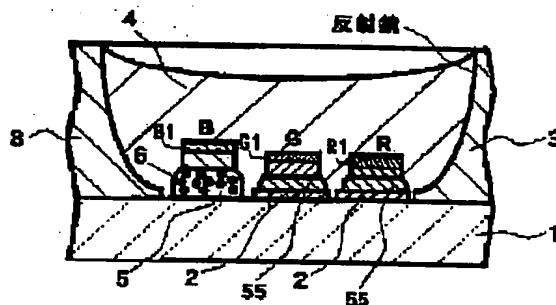
APPLICATION DATE : 18-04-94
APPLICATION NUMBER : 06078293

APPLICANT : NICHIA CHEM IND LTD;

INVENTOR : YAMADA MOTOKAZU;

INT.CL. : H01L 33/00

TITLE : LED DISPLAY



ABSTRACT : PURPOSE: To improve the external quantum efficiency of a blue LED chip, in the realization of a full-color LED display using the blue LED chips each of which comprises gallium nitride based compound semiconductors.

CONSTITUTION: On a printed circuit board 1 on whose surface a conductor layer 2 is formed, at least, blue, green and red LED chips B, G, R are mounted, and the whole of the three LED chips is molded, and thereby, one picture element of an LED display is formed. The blue LED chip comprises a gallium nitride based compound semiconductor LED chip wherein on a sapphire substrate gallium nitride based compound semiconductors are laminated. Further, the sapphire substrate of the gallium nitride based compound semiconductor chip is bonded to the printed circuit board 1 via a transparent or white insulation bonding agent 5.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-288341

(43) 公開日 平成7年(1995)10月31日

(51) Int.Cl.⁴
H 0 1 L 33/00

識別記号 庁内整理番号
N

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-78293

(22) 出願日 平成6年(1994)4月18日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 永井 芳文

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 山田 元量

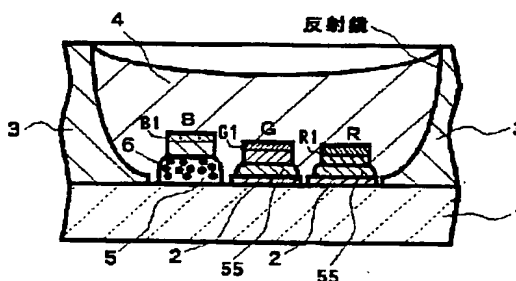
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 LEDディスプレイ

(57) 【要約】

【目的】 窒化ガリウム系化合物半導体よりなる青色LEDチップを用いたフルカラーLEDディスプレイを実現するにあたり、青色LEDチップの外部量子効率を上げてLEDディスプレイの輝度を向上させる。

【構成】 表面に導電体層2が形成されたプリント基板1上に少なくとも青色LEDチップBと、緑色LEDチップGと、赤色LEDチップRとが載置され、それらLEDチップ全体をモールドして一画素が構成されており、青色LEDチップBはサファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が積層された窒化ガリウム系化合物半導体LEDチップよりなり、さらに窒化ガリウム系化合物半導体チップのサファイア基板と前記プリント基板とが透明または白色の絶縁性接着剤5を介して接着されているLEDディスプレイ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に導電体層が形成されたプリント基板上に少なくとも青色LEDチップと、緑色LEDチップと、赤色LEDチップとが載置され、それらLEDチップ全体をモールドして一画素が構成されたLEDディスプレイにおいて、前記青色LEDチップはサファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が積層された窒化ガリウム系化合物半導体LEDチップよりなり、さらに前記窒化ガリウム系化合物半導体チップのサファイア基板と前記プリント基板とが透明または白色の絶縁性接着剤を介して接着されていることを特徴とするLEDディスプレイ。

【請求項2】 前記絶縁性接着剤には360nm～500nmの波長域における反射率が60%以上を有する絶縁性のフィラーが混入されていることを特徴とする請求項1に記載のLEDディスプレイ。

【請求項3】 前記青色LEDチップが載置されるプリント基板面の360nm～500nmの波長域における反射率が60%以上であることを特徴とする請求項1に記載のLEDディスプレイ。

【請求項4】 前記青色LEDチップの発光部の高さは少なくとも赤色LEDチップの発光部よりも高い位置に調整されており、その高さは前記絶縁性接着剤の厚さにより調整されていることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載のLEDディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プリント基板上に青色、緑色および赤色LED（発光ダイオード）チップが載置されてなるフルカラーのLEDディスプレイに係り、特にサファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が積層された青色LEDチップを備えるディスプレイに関する。

【0002】

【従来の技術】看板、広告塔等の平面型ディスプレイにはLEDが使用されている。LEDディスプレイには大別して、樹脂でモールドしたLEDを平面上に並べたものと、LEDチップを基板上に載置して電極を接続し、その上から樹脂でモールドしたものが知られている。その中でも後者のLEDディスプレイは一画素を小さく構成でき、解像度の高い画面が実現できるので将来を嘱望されている。

【0003】後者のLEDディスプレイにおいて、一般にLEDチップが載置される基板には導電体層が印刷されたプリント基板が使用されている。そのプリント基板にはグリーンシートと呼ばれるセラミック基板の表面に導電体層が形成された基板を積層した積層基板と、単一の絶縁性基板上に導電体層が印刷された基板とがある。LEDチップはこれらプリント基板上に載置され、LEDチップの正、負の電極がそれぞれ表面の導電体層に電気

的に接続されている。

【0004】図5に従来のLEDディスプレイの一画素の構造を表す模式断面図を示す。1はプリント基板、2はプリント基板の表面にパターン形成された導電体層である。導電体層2はW、Ag等のペーストが印刷され、その上からLEDチップとの接着性を高める目的でAuメッキが施されて形成されている。従来LEDディスプレイの一画素は、例えばGaP系の材料よりなる緑色LEDチップ（G）と、GaAs系の材料よりなる赤色LEDチップ（R）とが同一面上に、銀ペースト、半田等の導電性接着剤5を介して導電体層2と接続されることにより構成される。3はLEDチップ全体を包囲し、一画素となるキャビティを形成するカバー部材であり、通常は樹脂、セラミック等の材料よりできている。4はキャビティ内に注入されてLEDチップを封止する樹脂モールドであり、均一な混色を行う目的で樹脂モールド4中に拡散剤が添加される場合もある。なおカバー部材3を設けずLEDチップを直接樹脂でモールドしたディスプレイもある。

【0005】従来のLEDディスプレイには十分な光度を有する青色LEDチップがなかったため、図5に示すような赤色LEDと緑色LEDよりなるマルチカラーのディスプレイしか実現されていなかったが、昨年11月下旬、本出願人は赤色LEDの光度に匹敵する光度1cd以上の青色LEDを発表し、ディスプレイのフルカラー化が可能となってきた。その青色LEDは、サファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体（ $In_xAl_{1-x}Ga_{1-y}N$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ ）が積層されてなり、およそ450nm～480nmに発光ピークを有する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】この窒化ガリウム系化合物半導体よりなる青色LEDチップを加え、三原色揃ったフルカラーLEDディスプレイを実現した場合、ディスプレイの輝度を向上させるためには、できるだけ窒化ガリウム系化合物半導体の特性を生かす必要がある。特に、窒化ガリウム系化合物半導体は無色透明でかつ500nm以下の波長域の透過率が良いサファイアという絶縁性基板上に積層されるので、この特有の性質を利用して青色LEDの外部量子効率を上げればさらなるフルカラーディスプレイの輝度向上が期待される。

【0007】また図5に示すように、発光色が異なるLEDチップを同一面上に載置すると、LEDチップを構成する材料のバンドギャップエネルギーの違いから、短波長のLEDチップの発光の一部が長波長のLED材料に吸収されてしまう欠点がある。例えばGaP系の材料からなる緑色LEDチップの発光の一部が、GaAs系の材料からなる赤色LEDチップに吸収される。しかし緑色発光は視感度がよいため、発光が一部赤色LEDに吸収されてもほとんどディスプレイの輝度には影響しな

い。従って従来ではLEDチップの発光部の高さはほとんど問題にならなかった。なお、図5においてB1およびR1は各LEDチップの発光部の位置を示している。

【0008】しかしながら、窒化ガリウム系化合物半導体からなる青色LEDチップを従来の材料からなる緑色LEDチップ、および赤色LEDチップと一緒に同一面上に載置すると、青色LEDチップの発光は緑色LED、赤色LED両材料に吸収される。つまり窒化ガリウム系化合物半導体(3.4eV)よりも小さいバンドギャップエネルギーを持つ半導体材料は窒化ガリウム系化合物半導体の発光を吸収する。特に500nm以下の波長は視感度が悪いので、できるだけ吸収を避けた方が好ましい。

【0009】従って、本発明はこのような事情を鑑みて成されたものであり、その目的とするところは、窒化ガリウム系化合物半導体よりなる青色LEDチップを用いたフルカラーLEDディスプレイを実現するにあたり、青色LEDチップの外部量子効率を上げてLEDディスプレイの輝度を向上させることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】我々は先に特願平5-263783号において、窒化ガリウム系化合物半導体よりなる青色LEDチップをリードフレームに載置するに際し、透明な絶縁性接着剤を使用する技術を示した。さらにこの技術を三原色揃ったフルカラーディスプレイに応用し、第一に窒化ガリウム系化合物半導体よりなる青色LEDの発光をキャビティ内でできるだけ反射させて外部量子効率を高め、第二に青色LEDの発光を他の材料に吸収されにくくすることにより前記問題が解決できることを見いだした。即ち本発明のLEDディスプレイは、表面に導電体層が形成されたプリント基板上に少なくとも青色LEDチップと、緑色LEDチップと、赤色LEDチップとが載置され、それらLEDチップ全体をモールドして一画素が構成されたLEDディスプレイにおいて、前記青色LEDチップはサファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が積層された窒化ガリウム系化合物半導体LEDチップよりなり、さらに前記窒化ガリウム系化合物半導体チップのサファイア基板と前記プリント基板とが透明または白色の絶縁性接着剤を介して接着されていることを特徴とする。

【0011】

【作用】青色LEDのサファイア基板とプリント基板とを接着する透明な絶縁性接着剤としては、例えばエポキシ樹脂系、ユリア樹脂系、アクリル樹脂系、シリコン樹脂系の高分子接着剤、低融点ガラス等を用いることができ、また白色で絶縁性の接着剤には前記高分子接着剤、低融点ガラス等に絶縁性の白色フィラーを混合したものをを用いることができる。但し本発明において、透明とは必ずしも無色透明を意味するものではなく、青色LEDの発光を透過すれば、着色されて透明となっているもの

も意味する。この接着剤を透明とすることによりサファイア基板を透過する青色発光をプリント基板まで透過させてプリント基板面で反射させることができる。また白色であれば、サファイア基板を透過する青色発光を接着剤の表面で反射させて発光観測面側に返すことができるので、青色LEDチップの外部量子効率が向上する。

【0012】また前記絶縁性接着剤に好ましくは360nm~500nmの波長域における反射率が60%以上である絶縁性の白色フィラー(充填剤)が混入されて白色とされている場合は、接着剤表面で青色発光の反射率をさらに大きくすることができる。60%よりも少ないと青色光の反射が不十分となる。

【0013】反射率が前記範囲である白色フィラーとしては、例えば酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化マグネシウム、硫酸バリウム等の白色粉末が使用できる。またこれら白色フィラーを混合することにより、絶縁性接着剤の粘度を調整することができるので、後に述べる青色LEDの高さを調整する際に非常に好都合である。

【0014】また前記青色LEDチップが載置されるプリント基板面の360nm~500nmの波長域における反射率が60%以上であれば、前記絶縁性接着剤が透明である場合に、プリント基板面でさらに青色発光の反射率を大きくすることができる。

【0015】プリント基板面の反射率を前記範囲に調整できる手段には、例えばAl、Ni、Ag、Pt等の導電性材料を青色LEDを載置する所定の位置に蒸着またはメッキすることにより実現できる。また前記白色フィラーをペーストと混合して所定の位置に印刷してもよい。

【0016】さらにまた、前記青色LEDチップの発光部の高さが、透明もしくは白色の絶縁性接着剤、または反射率が高いプリント基板に使用した透明な絶縁性接着剤、あるいはフィラーを含む白色の絶縁性接着剤の厚さにより調整されて、少なくとも赤色LEDチップの発光部よりも高い位置に調整されていれば、青色LEDチップの発光が他の材料に吸収される機会が少なくなるので青色LEDの外部量子効率が向上する。つまり、絶縁性接着剤の厚さを厚くして、青色LEDチップの発光部の高さを窒化ガリウム系化合物半導体よりも小さいバンドギャップエネルギーを有する材料からなるLEDチップの発光部の高さよりも高くすることにより青色LEDの発光の吸収を防止できる。

【0017】絶縁性接着剤はその成分自体の性質、またはフィラーを混入することによりその粘度を自由に調整できるという利点がある。フィラーには青色LEDの発光を透過する材料、または反射する材料いずれの材料を用いてもよいが、前記のように好ましくは青色LEDの発光を反射する材料で、その反射率が360nm~500nmの波長域において60%以上の反射率を有する白色粉末を用いる。

5

【0018】さらに、全ての場合において共通することであるが、接着剤および接着剤に混入するフィラーが絶縁性であることにより、接着剤が緑色LEDチップ、赤色LEDチップと接触してもチップ間でショートする心配がない。さらにまた、チップ間で電氣的にショートする心配がないので、青色LEDチップをほぼ水平に載置できれば、接着剤の量を増やすことにより簡単にその高さを高くすることが可能である。

【0019】

【実施例】以下、図面を参照しながら本願のLEDディスプレイを詳説する。図1は本願の一実施例のLEDディスプレイの一キャビティを示す平面図であり、図2は図1のディスプレイを一点鎖線で切断した際の構造を示す模式断面図であり、図3は図2の青色LEDチップの部分を拡大して示す模式断面図であり、図において同一符号は全て同一部材を示している。

【0020】このディスプレイは一キャビティがサファイア基板上にGaN系の材料を積層して成る青色LEDチップBと、GaP基板上にGaP系の材料を積層して成る緑色LEDチップGと、GaAs基板上にGaAs系の材料を積層して成る赤色LEDチップRよりなり、青色LEDチップBの発光波長はおよそ460nm、緑色LEDチップGの発光波長はおよそ550nm、赤色LEDチップの発光波長はおよそ660nmである。図1に示すようにこれら三原色に発光する各LEDチップB、G、Rは例えばAuよりなる導電体層2が形成されたプリント基板1上に直線状に載置されている。

【0021】さらに各LEDの電極からは導電体層2にワイヤーボンディングが施され、カバー部材3をもってこれらLEDチップが包囲されて一キャビティを形成している。各LEDの発光はこのキャビティ内で混色される。カバー部材3の内面にはLEDチップの発光を発光観測面側に反射させてLEDディスプレイの輝度を向上させると共に、キャビティ内で発光色の混色を行う目的で、例えば放射状に広がる反射鏡が形成されている。この反射鏡にAl、Ni等の反射率の高い材料を蒸着するかまたは、可視光の反射率の高い白色物質が塗布することはディスプレイの輝度を高める上で以上に好ましい手段の一つである。

【0022】次に図2に示すように、緑色LEDチップGおよび赤色LEDチップRはいずれも基板が導電性材料であるので、基板と導電体層2とは半田等の導電性接着剤5により直接接続されている。一方、サファイア基板上にGaN系の材料が積層された青色LEDチップBは、導電体層2が形成されていないプリント基板1上に載置され、プリント基板1とサファイア基板とは透明なエポキシ樹脂よりなる絶縁性接着剤5により接着されている。また青色LEDチップBの発光部B1の高さが赤色LEDチップRの発光部の高さR1および、緑色LED

6

LEDチップGの発光部の高さG1よりも高くなるように、絶縁性接着剤5の厚さにより調整されている。さらに、絶縁性接着剤にはフィラー6としてアルミナ微粉末が混合されており、このアルミナ微粉末により絶縁性接着剤が白色とされている。4はLEDチップを封止するモールドであり樹脂、ガラス等が使用される。なお図2において各LEDの電極と導電体層2とが接続されたワイヤーは特に示していない。

【0023】図3はこの青色LEDの載置部分を拡大して示す図であり、この図の矢線は青色LEDチップBの発光部から出た光の軌跡を説明している。この図に示すように、青色発光はサファイア基板を透過して、反射率の高い白色フィラー6を含む絶縁性接着剤5の表面で反射する。また発光部の周囲に出る光も、その光を吸収する材料が隣にないので、吸収される機会が少なくなり青色LEDチップの外部量子効率が向上する。

【0024】また図4は本願の他の実施例によるLEDディスプレイの構造を示す模式断面図であり、図3と同様に青色LEDチップを載置部分を拡大して示している。このディスプレイが図1～図3と異なるところは、青色LEDのサファイア基板とプリント基板を接着する絶縁性接着剤5をフィラーを含まない透明な接着剤としており、さらにサファイア基板の真下のプリント基板1面にAlを蒸着し、反射率の高い反射層7を形成していることである。このように、サファイア基板を接着するプリント基板面に反射層7として反射率の高い光沢面または白色面とすると、図3と同様に青色光を効率よく反射できるので、青色LEDの外部量子効率が向上する。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のLEDディスプレイはサファイア基板を有する青色LEDの接着剤で青色発光を反射、または透過させるので、青色発光が損失少なく外部に取り出される。また接着剤の厚さで青色発光を他のLED材料に吸収されにくい位置に調整しているので、青色発光の損失が少ない。さらに接着剤は絶縁性でもあるので、仮にその接着剤が他のLED材料と接触しても電氣的には全く影響がないので、信頼性にも優れている。またコントラストを良くする目的で、発光観測面側のカバー部材3の表面を黒色にしても良い。このように本発明のLEDディスプレイによると空化ガリウム系化合物半導体を用いた青色LEDの発光を有効に取り出すことができ、ディスプレイの輝度を向上させることができ、その産業上の利用価値は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本願の一実施例のLEDディスプレイの一キャビティの構造を示す平面図。

【図2】 図1のディスプレイを一点鎖線で切断した際の構造を示す模式断面図。

【図3】 図2の青色LEDチップの載置部分を拡大し

て示す模式断面図。

【図4】 本願の他の実施例によるLEDディスプレイの構造を示す拡大模式断面図。

【図5】 従来のLEDディスプレイの一キャビティーの構造を示す模式断面図。

【符号の説明】

1・・・プリント基板

2・・・導電体層

3・・・カバー部材

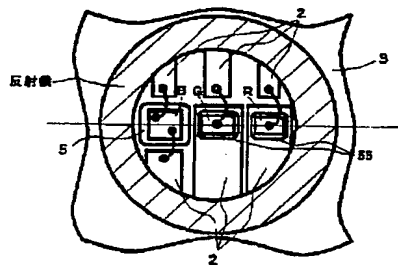
4・・・樹脂モールド

5・・・絶縁性接着剤

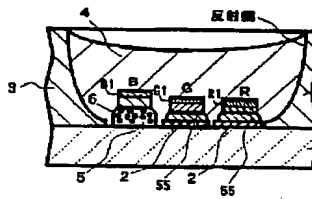
6・・・フィラー

7・・・反射層

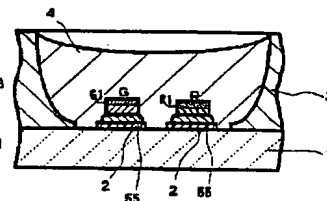
【図1】



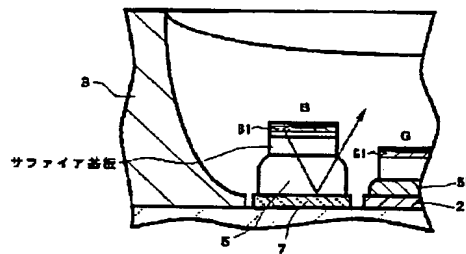
【図2】



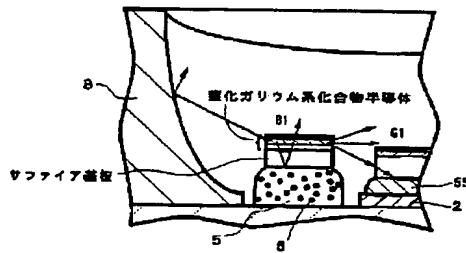
【図3】



【図4】



【図5】



THIS PAGE BLANK (USPTO)